



DEUTSCHES  
PATENTAMT

- ① Aktenzeichen:  
② Anmeldetag:  
③ Offenlegungstag:

P 31 18 425.1

9. 5. 81

9. 12. 82

DE 31 18 425 A 1

⑦ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:  
Greiner, Max, Dipl.-Ing., 7016 Gerlingen, DE; Laufer,  
Helmut; Straubel, Max, Dr., 7000 Stuttgart, DE; Greiner,  
Max, Dipl.-Ing. Dr., 7016 Gerlingen, DE; Laufer, Helmut;  
Straubel, Max, 7000 Stuttgart, DE

17 JUL 1983

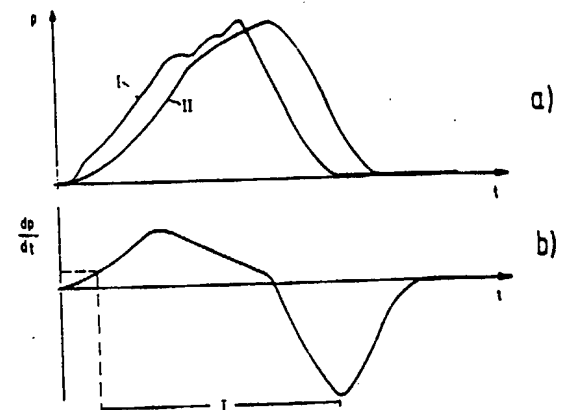
Bosch

Vorgezogene Offenlegung gem. § 24 Nr. 2 PatG beantragt

⑨ Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge

Es wird eine Kraftstoffmengenmeßeinrichtung vorzugsweise für eine Dieselmotorkraftmaschine vorgeschlagen, bei der der Kraftstoffdruckverlauf ausgewertet wird. Ein spezieller Druckgradient der einen Polarität markiert den Förder- bzw. Spritzbeginn und das Maximum des anderspoligen Druckgradienten steht für das Spritz- bzw. Förderende. Welche Bezeichnung – Spritzbeginn und Spritzende oder Förderbeginn und Förderende – zum Tragen kommt, ist eine Frage der Meßstelle, ob in Richtung Einspritzventil oder in Richtung Förderelement der Kraftstoffpumpe. Die Einspritzmenge läßt sich zum Beispiel über das Integral des Drucks während der Zumeßzeit bestimmen. Es empfiehlt sich, bei Verwendung eines piezoelektrischen Druckaufnehmers diesem ein RC-Glied parallelzuschalten. (31 18 425)

FIG. 2



DE 31 18 425 A 1

0959

R.

1. 4. 1981 Mi/Do

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart

## Patentansprüche

- ① Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge mit einem Drucksensor und einer Schaltungsanordnung zum Erkennen des Spritzbeginns und des Spritzendes eines Einspritzvorganges bzw. Förderbeginns und Förderendes eines Pumpenelements und mit einer Zeiterfassungsschaltung für die Zeitdauer zwischen Spritzbeginn und Spritzende bzw. Förderbeginn und Förderende, dadurch gekennzeichnet, daß Schwellwerte des Druckgradienten als Spritzbeginn und Spritzende bzw. Förderbeginn und Förderende dienen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Spritz- bzw. Förderbeginn ein Schwellwert der ersten Ableitung und als Spritzende bzw. Förderende ein Extremwert der ersten Ableitung dient.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (27) für die Spritzzeitermittlung möglichst nahe der Kraftstoffdüse angeordnet ist.

...

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor in der Kraftstoffleitung angeordnet ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (27) für die Förderdauerermessung am Pumpenelement angeordnet ist.
6. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ermittelte Kraftstoffmengensignal der Steuerung bzw. Regelung der Abgasrückführung dient.
7. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ermittelte Kraftstoffmengensignal als Istwert für die Kraftstoffmengenregelung verarbeitbar ist.
8. Einrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Drucksensor (27) ein Filter (40) nachgeschaltet ist.
9. Einrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Drucksensor ein piezoelektrischer Druckgeber vorgesehen ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem piezoelektrischen Drucksensor ein RC-Glied parallelgeschaltet ist.

...



R. 6959

1. 4. 1981 Mü/Dc

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge nach der Gattung des Hauptanspruchs. In der Beschreibung einer bekannten Einrichtung heißt es, daß nicht nur die Höhe des Drucks in einer Kraftstoffleitung zu den Einspritzventilen für die Diagnose wichtig ist, sondern auch der Zeitpunkt des Auftretens von Druckimpulsen, der eine Aussage über den Einspritzzeitpunkt des Kraftstoffes gebe. Das Entsprechende gelte hinsichtlich der Dauer eines Druckimpulses, woraus sich die Einspritzmenge je Einspritzvorgang dann ermitteln läßt, wenn man den Einspritzdruck kennt. Schließlich sei die Frequenz der Druckimpulse ein Maß für die Drehzahl der Brennkraftmaschine.

Im Hinblick auf die zunehmend gewünschte Regelung von Spritzbeginn einer Einspritzdüse bzw. Förderbeginn einer Einspritzpumpe sowie der eingespritzten Kraftstoffmenge müssen Anstrengungen unternommen werden, diese Werte möglichst exakt zu erfassen. Bei der bekannten Einrichtung

...

werden zu diesem Zweck die einzelnen Drucksignale unmittelbar ausgewertet. Es hat sich nun gezeigt, daß die bekannte Diagnoseeinrichtung nicht immer und bei allen Betriebszuständen zufriedenstellende Ergebnisse zu liefern vermag, da z. B. Resonanzerscheinungen in den Druckleitungen und eingestreute Störungen Meßfehler verursachen.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, allzeit genaue Meßergebnisse zu liefern und dadurch gute Ergebnisse bei der Brennkraftmaschinensteuerung zu erzielen.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich in Verbindung mit den Unteransprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispielles.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein Blockschaltbild der Steuerungssysteme einer Diesel-Brennkraftmaschine, Fig. 2 zwei Zeitdiagramme zum Erläutern der Erfindung und Fig. 3 eine Einzelheit des Gegenstandes von Fig. 1.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispielles

Fig. 1 zeigt in grober Übersichtsdarstellung eine Brennkraftmaschine mit Selbstzündung zusammen mit ihren wesentlichsten elektronischen Steuereinrichtungen. Mit 10 ist die

...

Brennkraftmaschine selbst bezeichnet, zu der ein Luftansaugrohr 11 hin- und ein Abgasrohr 12 wegführt. Eine Abgasrückführleitung ist mit 13 bezeichnet. Der der Brennkraftmaschine 10 zugeführte Anteil von Frischluft und Abgas wird mittels einer Mischklappe 14 eingestellt, die über eine Abgasrückführungs-Steuerstufe 15 ihr Ansteuersignal erhält.

Die Brennkraftmaschine 10 wird über eine Kraftstoffpumpe 17 mit Kraftstoff aus einem Tank 18 versorgt. Die Pumpe selbst weist zwei Steuereingänge 19 und 20 für die Kraftstoffmenge und den Förderbeginn auf. Entsprechend stehen diese beiden Steuereingänge 19 und 20 mit den Signalausgängen 21 und 22 einer Mengensteuerstufe 23 und einer Spritzbeginnsteuerstufe 24 in Verbindung.

Für das Ausführungsbeispiel sind als Eingangsgrößen der gesamten Einrichtung die Drehzahl, die Fahrpedalstellung und ein Drucksignal betreffend des einzuspritzenden Kraftstoffs wesentlich. Dementsprechend gelangt das Ausgangssignal eines Drehzahlsensors 25 zu entsprechenden Eingängen der Abgasrückführungssteuerstufe 15, der Mengen- und der Spritzbeginnsteuerstufe (23 und 24). Ein Drosselklappenpositionssignal kommt von einem entsprechenden Sensor 26 und wird auf die Kraftstoffmengensteuerstufe 23 geschaltet. Ein Drucksensor 27 zum Erfassen des Kraftstoffdrucks gibt sein Ausgangssignal an eine in Verbindung mit Fig. 3 näher zu beschreibende Signalverarbeitungsstufe 29 ab. Sie besitzt zwei Ausgänge 30 und 31 für die eingespritzte Kraftstoffmenge und den Spritzbeginn. Entsprechend stehen diese Ausgänge 30 und 31 mit der Abgasrückführungssteuerstufe 15, der Kraftstoffmengensteuerstufe 23 und der Spritzbeginnsteuerstufe 24 in Verbindung. Alle der drei Steuerstufen 15, 23 und 24 weisen noch zusätzliche Eingänge 32, 33 und 34 auf, über die die einzelnen Werte zusätzlich noch beeinflusst werden können.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ausgehend vom Druck im Pumpenelement oder in den Kraftstoffleitungen zur Einspritzstelle auf Spritzbeginn und die eingespritzte Kraftstoffmenge zu schließen.

Fig. 2a zeigt in Kurvenverlauf I einen derartigen Druckverlauf. Aufgrund der starken Schwankungen, die auf physikalischen Gegebenheiten beruhen, erweist es sich als erforderlich, dieses Drucksignal zu filtern, so daß letztlich der Kurvenverlauf nach Fig. 2a II ausgewertet wird.

An welcher Stelle in der Kraftstoffleitung der Drucksensor angebracht wird, ist eine Frage des Abwägens verschiedener Überlegungen. Werden möglichst zeitexakte Meßergebnisse gewünscht, dann bringt man den Drucksensor möglichst nahe der Einspritzdüse an. Wesentlich ist dies vor allem im Hinblick auf die Spritzbeginnregelung. Auf der anderen Seite treten bei dieser Einbaustelle Meßverfälschungen im Drucksensorsignal aufgrund von Druckschwingungen in der Kraftstoffleitung auf, so daß unter Umständen das Druckdauersignal kein allzu exaktes Meßsignal für die Kraftstoffmenge liefert.

Auf der anderen Seite ergibt sich für die eingespritzte Kraftstoffmenge das beste Meßergebnis, wenn der Druckverlauf am Pumpenelement abgefragt wird. Genau genommen erfaßt man bei dieser Meßstelle dann die Kraftstoffförderung und nicht so sehr die Kraftstoffzumessung am Einspritzventil mit dem Unterschied, daß der tatsächliche Spritzbeginn um eine sehr kleine, wenn auch nicht immer zu vernachlässigende Zeit dem Förderbeginn hinterherhinkt.

Der in Fig. 2a dargestellte Druckverlauf entstammt einem am Pumpenelement angeordneten Drucksensor. Beim speziellen Fall wird das Signal gefiltert (z. B. mit einer Grenzfrequenz von 0,6 bis 1,0 kHz).



Wesentlich ist nun, daß die eingespritzte Kraftstoffmenge über das gefilterte und abgeleitete Drucksignal ermittelt wird, wobei der Spritzbeginn über einen Schwellwert im differenzierten Signal und das Spritzende über das Erfassen des negativen Extremwerts im Signal  $dp/dt$  erfaßt wird. Dargestellt ist dies aus Fig. 2b. Dabei beruht die Erfindung auf der Erkenntnis, daß am Förderende mit dem Beginn der Entlastung (z.B. Öffnen des Absteuerquerschnittes) eine sehr starke Druckänderung auftritt, die gegenüber den übrigen Druckänderungen ein Maximum ist.

Der technischen Realisierung dieser Art der Einspritzmengen-erfassung dient das aus Fig. 3 ersichtliche Blockschaltbild der Signalverarbeitungsstufe 29 von Fig. 1. Dem Drucksensor folgt hier ein Filter 40, zum Unterdrücken von normalen Körperschallsignalen, dessen Ausgang zu zwei unterschiedlichen Differenziergliedern 41 und 42 für positive und negative Steigungen führt. Der Differenzierstufe 41 folgt ein Schwellwertschalter 43 und schließlich eine monostabile Kippstufe 44. Das Ausgangssignal dieser monostabilen Kippstufe gelangt sowohl zum Ausgang 31 der Signalerzeugerstufe als auch zum Setz-Eingang eines SR-Flip-flops 45.

Über diesen Zweig der Signalverarbeitung wird der Spritzbeginn derart erfaßt, daß entsprechend der Darstellung nach Fig. 2b ein gewisser Schwellwert im positiven Anteil des Druckradienten abgefragt wird. Ist dieser Schwellwert erreicht, dann wird nachfolgend die monostabile Kippstufe 44 getriggert und sie gibt ein entsprechendes Signal am Ausgang 31 als Kennzeichen des Spritzbeginns ab.

Das Ende des Einspritzvorgangs ermittelt man über die zweite Differenzierstufe 42 für den negativen Druckgradienten, dem eine weitere Differenzierstufe 46 nachgeschaltet ist. Deren Ausgangssignal weist entsprechend der Definition der zweiten Ableitung an der Stelle des höchsten Druckradienten einen Nulldurchgang auf, der mittels einer Nulldurchgangserfassungs-

stufe 47 abgefragt wird und die wiederum eine monostabile Kippstufe 48 triggert. Ausgangsseitig steht diese monostabile Kippstufe 48 mit dem Rücksetzeingang des Flipflops 45 in Verbindung. Am nichtinvertierenden Ausgang des Flipflops 45 erhält man dann ein Signal für die Spritzdauer. Es steht am Ausgang 30 der Signalverarbeitungsstufe 29 von Fig. 1 zur Verfügung, und es dient bei entsprechender Wertung - gegebenenfalls über ein Kennfeld - als Einspritzmengensignal.

Zweckmäßig ist es auch, das Integral über dem Druckverlauf zwischen Beginn und Ende der Einspritzzeit zu bilden, was ebenfalls je nach Ort des Drucksensors ein gutes Mengensignal ergibt.

Als Drucksensoren haben sich besonders einfache piezoelektrische als geeignet erwiesen aufgrund ihrer Unempfindlichkeit, kompakten Bauweise und Genauigkeit. Diese Geber liefern bereits ein differenziertes Signal. Mögliche Nullpunkt drifts dieser Art Drucksensoren bleiben daher im wesentlichen ohne Belang. In diesem Zusammenhang hat sich als zweckmäßig erwiesen, wenn dem piezoelektrischen Drucksensor eine RC-Kombination parallel geschaltet wird. Insbesondere wird hier an eine Parallelschaltung eines Widerstandes und eines Kondensators gedacht.

Meßergebnisse haben gezeigt, daß mit der erfindungsgemäßen Einrichtung stetige Signale erhalten werden können. Abweichungen der Einspritzanlage wie Exemplarstreuung der Pumpe, Drosselzapfenspiel aufgrund verkorkter Düsen und Änderungen beim Düsenöffnungsdruck hatten kaum einen Einfluß auf das Meßergebnis.

FIG.2

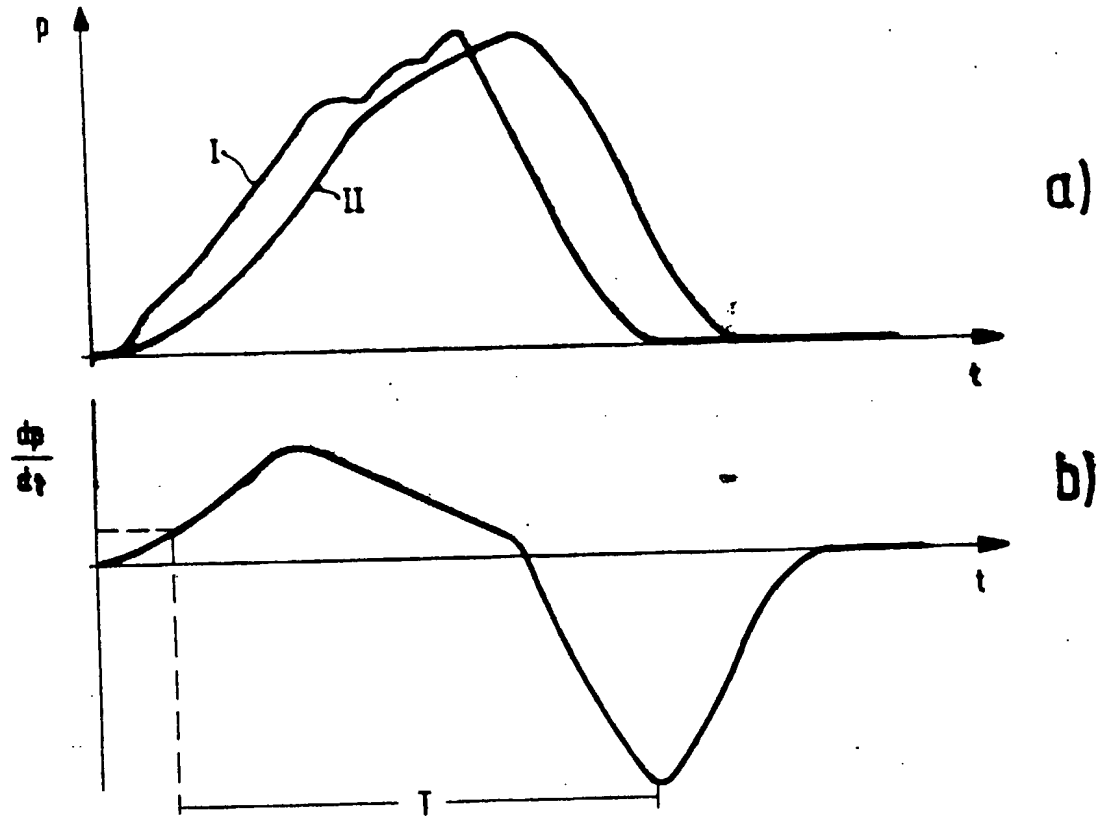


FIG. 1

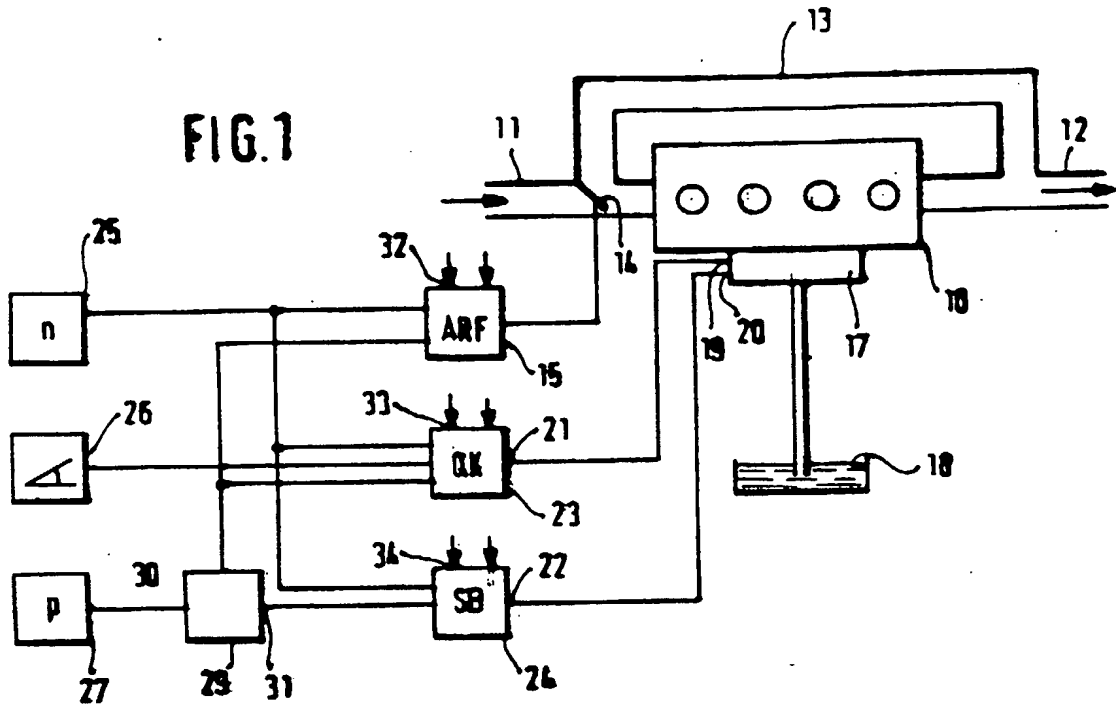


FIG. 3

